



① **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 199 04 616 A 1**

⑤ Int. Cl. 7:  
**F 15 B 11/05**  
F 15 B 13/02  
F 15 B 21/00

⑳ Aktenzeichen: 199 04 616.6  
㉒ Anmeldetag: 5. 2. 1999  
㉔ Offenlegungstag: 10. 8. 2000

**DE 199 04 616 A 1**

㉑ **Anmelder:**  
Mannesmann Rexroth AG, 97816 Lohr, DE

㉒ **Erfinder:**  
Oberhäußer, Martin, 63741 Aschaffenburg, DE;  
Weickert, Thomas, 97783 Karsbach, DE

㉓ **Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:**

DE	34 18 261 C2
DE	197 14 141 A1
DE	41 10 519 A1
DE	690 25 462 T2
US	52 71 227 A
EP	05 66 449 A1

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

㉔ **Steueranordnung für wenigstens zwei hydraulische Verbraucher und Druckdifferenzventil dafür**

㉕ Die Erfindung betrifft eine Steueranordnung, die zur Druckmittelversorgung von wenigstens zwei hydraulischen Verbrauchern dient und die eine bedarfsstromgeregelte Verstellpumpe, deren Einstellung in Abhängigkeit vom höchsten Lastdruck der betätigten hydraulischen Verbraucher durch einen Pumpenregler veränderbar ist, zwei verstellbare Zumeßblenden, von denen eine erste zwischen einer von der Verstellpumpe abgehenden Zulaufleitung und einem ersten hydraulischen Verbraucher und die zweite zwischen der Zulaufleitung und einem zweiten hydraulischen Verbraucher angeordnet ist, und zwei Druckwaagen aufweist, von denen eine erste der ersten Zumeßblende und die zweite der zweiten Zumeßblende nachgeschaltet ist und deren Regelkolben vom Druck nach der jeweiligen Zumeßblende in Öffnungsrichtung beaufschlagbar ist. Damit bei einer solchen Steueranordnung eine kurzzeitige Übermenge der Verstellpumpe nicht zu den hydraulischen Verbrauchern durchgelassen wird, sind Regelkolben der Druckwaagen in Schließrichtung von einem in einem rückwärtigen Steuerraum anstehenden Steuerdruck beaufschlagbar, der mit Hilfe einer Ventilvorrichtung vom in der Zulaufleitung herrschenden Zulaufdruck abgeleitet ist und sich mit dem Zulaufdruck ändert.

Geoffenbart ist außerdem ein Druckdifferenzventil, das bei kleiner Bauweise einen Druck an seinem Ausgang mit einer festen Druckdifferenz einem sich erhöhenden Druck an seinem Eingang folgen läßt. Zusammen mit einer gedrosselten Entlastung des Ausgangs zum ...

**DE 199 04 616 A 1**

Die Erfindung betrifft eine Steueranordnung, mit der wenigstens zwei hydraulische Verbraucher mit Druckmittel versorgt werden und die die Merkmale aus dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 aufweist. Die Erfindung betrifft außerdem ein Druckdifferenzventil, das insbesondere in der genannten Steueranordnung verwendet wird.

Eine hydraulische Steueranordnung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 ist z. B. aus der EP 0 566 449 A1 bekannt. Es handelt sich dabei um eine hydraulische Steueranordnung nach dem lastführenden (load-sensing) Prinzip, bei dem eine Verstellpumpe in Abhängigkeit vom höchsten Lastdruck der betätigten hydraulischen Verbraucher jeweils so eingestellt wird, daß der Pumpendruck um eine bestimmte Druckdifferenz über dem höchsten Lastdruck liegt. Den beiden hydraulischen Verbrauchern fließt das Druckmittel über zwei verstellbare Zumeßblenden zu, von denen eine erste zwischen einer von der Verstellpumpe abgehenden Pumpenleitung und einem ersten hydraulischen Verbraucher und die zweite zwischen der Pumpenleitung und dem zweiten hydraulischen Verbraucher angeordnet ist. Durch die den Zumeßblenden nachgeschalteten Druckwaagen wird erreicht, daß bei ausreichend gelieferter Druckmittelmenge unabhängig von den Lastdrücken der hydraulischen Verbraucher eine bestimmte Druckdifferenz über die Zumeßblenden besteht, so daß die einem hydraulischen Verbraucher zufließende Druckmittelmenge nur noch vom Öffnungsquerschnitt der jeweiligen Zumeßblende abhängt. Wird eine Zumeßblende weiter geöffnet, so muß mehr Druckmittelmenge über sie fließen, um die bestimmte Druckdifferenz zu erzeugen.

Die Verstellpumpe wird jeweils so verstellt, daß sie die benötigte Druckmittelmenge liefert. Man spricht deshalb auch von einer Bedarfsstromregelung.

Die den zweiten Zumeßblenden nachgeschalteten Druckwaagen werden in Öffnungsrichtung von dem Druck nach der jeweiligen Zumeßblende und in Schließrichtung von einem in einem rückwärtigen Steuerraum anstehenden Steuerdruck beaufschlagt, der üblicherweise dem höchsten Lastdruck aller von derselben Hydropumpe versorgten hydraulischen Verbraucher entspricht. Wenn bei einer gleichzeitigen Betätigung mehrerer hydraulischer Verbraucher die Zumeßblenden so weit aufgemacht werden, daß die von der bis zum Anschlag verstellten Hydropumpe gelieferte Druckmittelmenge kleiner ist als die insgesamt geforderte Druckmittelmenge, werden die den einzelnen hydraulischen Verbrauchern zufließenden Druckmittelmengen unabhängig vom jeweiligen Lastdruck der hydraulischen Verbraucher verhältnismäßig reduziert. Man spricht deshalb von einer Steuerung mit lastunabhängiger Durchflußverteilung (LUDV-Steuerung). Derart angesteuerte hydraulische Verbraucher werden kurz LUDV-Verbraucher genannt. Weil bei einer LUDV-Steuerung auch der höchste Lastdruck abgefühlt und von der Druckmittelquelle ein um eine bestimmte Druckdifferenz über dem höchsten Lastdruck liegender Zulaufdruck erzeugt wird, ist eine LUDV-Steuerung ein Sonderfall einer lastführenden oder load-sensing Steuerung (LS-Steuerung).

Für mehrere hydraulische Verbraucher, denen Druckmittel jeweils über eine Zumeßblende mit vorgeschalteter Druckwaage zufließt, die in Schließrichtung nur vom Druck vor der Zumeßblende und in Öffnungsrichtung nur vom Lastdruck des jeweiligen hydraulischen Verbrauchers und von einer Druckfeder beaufschlagt ist, erhält man keine lastunabhängige Durchflußverteilung. Man hat eine bloße LS-Steuerung und einen LS-Verbraucher. Eine solche Steuerung ist z. B. durch die DE 197 14 141 A1 bekannt. Bei einer gleichzeitigen Betätigung mehrerer hydraulischer Ver-

braucher und nicht ausreichend von der Verstellpumpe gelieferter Druckmittelmenge wird hier nur die dem lastdruckhöchsten hydraulischen Verbraucher zufließende Druckmittelmenge reduziert.

Ein Vorteil einer LS-Steuerung mit den Zumeßblenden vorgeschalteten Druckwaagen gegenüber einer LS-Steuerung mit den Zumeßblenden nachgeschalteten Druckwaagen besteht jedoch darin, daß bei einer von der Verstellpumpe kurzzeitig gelieferten Übermenge und einem damit verbundenen Anstieg des Zulaufdruckes die vorgeschalteten Druckwaagen durch Verringern ihres Öffnungsquerschnitts keine Vergrößerung der Druckdifferenz über die Zumeßblenden zulassen, so daß über die Zumeßblenden nicht mehr Druckmittelmenge fließt und die Geschwindigkeit der hydraulischen Verbraucher nicht geändert wird. Die Übermenge fließt über ein Druckbegrenzungsventil zu einem Tank zurück. Bei einer Steuerung mit den Zumeßblenden nachgeschalteten Druckwaagen dagegen wird die Übermenge zu den hydraulischen Verbrauchern durchgeleitet.

Je nachdem, ob der Anwender auf eine lastunabhängige Durchflußverteilung oder auf eine Verhinderung von den hydraulischen Verbrauchern zufließenden Übermengen mehr Wert legt, wünscht er eine LUDV-Steuerung oder eine LS-Steuerung. Dies ist bisher nachteilig für die Hersteller von hydraulischen Komponenten, da sie sowohl für LUDV-Steuerungen als auch für LS-Steuerungen Steuerblöcke anbieten müssen. Diese sind stark unterschiedlich, da in Abhängigkeit davon, ob eine Druckwaage der entsprechenden Zumeßblende vorgeschaltet oder nachgeschaltet ist, stark unterschiedliche Konstruktionen notwendig sind.

Demgegenüber liegt der Erfindung die Zielsetzung zugrunde, eine hydraulische Steueranordnung, die die Merkmale aus dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 aufweist, bei der also insbesondere die Druckwaagen den Zumeßblenden nachgeschaltet sind, so auszugestalten, daß der Zufluß von Übermengen zu den hydraulischen Verbrauchern verhindert ist.

Das angestrebte Ziel wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, daß bei einer gattungsgemäßen hydraulischen Steueranordnung gemäß dem kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 die Regelkolben der Druckwaagen in Schließrichtung von einem in einem rückwärtigen Steuerraum anstehenden Steuerdruck beaufschlagbar sind, der mit Hilfe einer Ventilverrichtung vom in der Zulaufleitung herrschenden Zulaufdruck abgeleitet ist und sich mit dem Zulaufdruck ändert. Während bei der bekannten hydraulischen Steueranordnung mit den Zumeßblenden nachgeschalteten Druckwaagen diese im rückwärtigen Steuerraum mit dem höchsten Lastdruck beaufschlagt werden, auf den die Fördermenge der Verstellpumpe keinen Einfluß hat, ist bei einer erfindungsgemäßen Steueranordnung der im rückwärtigen Steuerraum anstehende Steuerdruck vom Zulaufdruck abgeleitet und ändert sich mit diesem. Wenn also der Zulaufdruck wegen einer über den Bedarf hinausgehenden Fördermenge der Verstellpumpe ansteigt, steigt auch der Steuerdruck an. Entsprechend werden die Regelkolben der Druckwaagen in Schließrichtung bewegt, so daß auch der Druck nach den Zumeßblenden ansteigt und sich die Druckdifferenz über die Zumeßblenden nicht ändert. Gleichbleibende Druckdifferenz über eine Zumeßblende bedeutet jedoch bei gleichbleibendem Öffnungsquerschnitt der Zumeßblende auch gleichbleibende über die Zumeßblende fließende Druckmittelmenge. Somit wird unter Beibehaltung der grundsätzlichen Anordnung von Zumeßblende und nachgeschalteter Druckwaage und damit ohne grundsätzliche Änderungen eines Steuerblocks mit geringen Modifikationen dasselbe Steuerverhalten wie bei einer Steuerung mit den Zumeßblenden vorgeschalteten Druckwaagen und damit

gänzlich anders aufgebauten Steuerblöcken erzielt.

Vorteilhafte Ausgestaltungen einer erfindungsgemäßen hydraulischen Steueranordnung kann man den Unteransprüchen 2 bis 9 entnehmen.

So ist bevorzugt gemäß Patentanspruch 2 die Differenz zwischen dem Zulaufdruck und dem Steuerdruck bei noch nicht bis auf Anschlag verstellter Verstellpumpe, also bei ausreichender Druckmittelmenge nicht größer als zwischen dem Zulaufdruck und dem höchsten Lastdruck. Wäre die Druckdifferenz größer, so würde nämlich die einem hydraulischen Verbraucher zufließende Druckmittelmenge davon abhängen, ob der Lastdruck dieses hydraulischen Verbrauchers höher oder niedriger als der Steuerdruck ist. Vorzugsweise ist der Steuerdruck geringfügig höher als der höchste Lastdruck, so daß einerseits keine unnötigen Drosselverluste an den Druckwaagen entstehen, andererseits aber jeweils auch die dem jeweiligen hydraulischen Verbraucher mit dem höchsten Lastdruck zugeordnete Druckwaage sich noch im Regelbereich befindet.

Grundsätzlich ist es denkbar, die Druckdifferenz zwischen der Zulaufleitung und einem rückwärtigen Steuerraum an einer Druckwaage dadurch zu erzeugen, daß zwischen der Zulaufleitung und dem Steuerraum eine Düse und zwischen dem Steuerraum und einem Tank ein Stromregelventil geschaltet sind. Über das Stromregelventil würde jeweils eine bestimmte Steuerölmenge aus dem Steuerraum zum Tank abfließen. Diese Steuerölmenge würde über die Düse dem Steuerraum zufließen. Über die Düse bestünde somit ein konstantes Druckgefälle. Allerdings ist die über eine Düse fließende Druckmittelmenge stark von der Viskosität des Druckmittels abhängig. Es erscheint deshalb günstiger, anstelle einer Düse gemäß Patentanspruch 3 ein Druckdifferenzventil zu verwenden, das mit einem Eingang an die Zulaufleitung und mit einem Ausgang an den rückwärtigen Steuerraum einer Druckwaage angeschlossen ist. Das Druckdifferenzventil ist vorzugsweise gemäß Patentanspruch 4 auf eine feste Druckdifferenz eingestellt und besitzt ein bewegliches Ventiltglied, das im Sinne eines Öffnens der fluidischen Verbindung zwischen der Zulaufleitung und dem Steuerraum an der Druckwaage vom Zulaufdruck und im Sinne eines Schließens dieser Verbindung vom Steuerdruck und von einer Feder beaufschlagt ist.

Eine besonders bevorzugte Ausgestaltung enthält auch der Patentanspruch 5, nach dem die rückwärtigen Steuerräume mehrerer Druckwaagen direkt miteinander verbunden sind, so daß in diesen Steuerräumen derselbe Steuerdruck herrscht. Für diese Druckwaagen ist somit nur eine Ventilvorrichtung zur Ableitung des Steuerdrucks aus dem Zulaufdruck notwendig. In der besonders vorteilhaften Ausgestaltung gemäß Patentanspruch 6 besitzt die Steueranordnung eine Lastsignalleitung, in die über Auswahlventile der höchste Lastdruck der jeweils betätigten hydraulischen Verbraucher gegeben wird, und ein Ventil, das eine fluidische Verbindung von der Lastsignalleitung zu dem rückwärtigen Steuerraum wenigstens einer Druckwaage öffnet, wenn die Differenz zwischen dem Zulaufdruck und dem höchsten Lastdruck einen bestimmten Wert unterschreitet. Auf diese Weise erhält man im Falle der Untersättigung, also bei nicht ausreichender Druckmittelförderung der Verstellpumpe, eine lastunabhängige Durchflußverteilung zwischen den hydraulischen Verbrauchern, deren Druckwaagen mit ihrem Steuerraum mit der Lastsignalleitung verbunden werden.

Wenn ein hydraulischer Verbraucher gegenüber einem anderen hydraulischen Verbraucher im Falle der Untersättigung vorrangig mit Druckmittel versorgt werden soll, so geschieht dies vorteilhafterweise durch eine Ausgestaltung gemäß Patentanspruch 8. Der rückwärtige Steuerraum an der Druckwaage des vorrangig mit Druckmittel zu versorgen-

den hydraulischen Verbrauchers ist dann getrennt von den Steuerräumen an den Druckwaagen der anderen hydraulischen Verbraucher. Der Steuerdruck in ihm wird über eine weitere Ventileinrichtung aus dem Zulaufdruck abgeleitet.

Es ist außerdem ein Prioritätsventil vorhanden, über das zur Aufrechterhaltung einer gewünschten Druckdifferenz über die stromauf der Druckwaage des bevorrechtigten hydraulischen Verbrauchers angeordnete Zumeßblende und damit zur Aufrechterhaltung einer ausreichenden Druckmittelversorgung des bevorrechtigten hydraulischen Verbrauchers bei einer nicht dem Bedarf entsprechenden Fördermenge der Verstellpumpe der Steuerdruck im rückwärtigen Steuerraum der anderen hydraulischen Verbraucher über den Steuerdruck im Fall der Sättigung angehoben wird. Bevorzugt weist das Prioritätsventil gemäß Patentanspruch 9 einen mit der Zulaufleitung verbundenen ersten Anschluß und einen mit den rückwärtigen Steuerräumen der den nicht bevorrechtigten hydraulischen Verbrauchern zugeordneten Druckwaagen verbundenen zweiten Anschluß auf und besitzt ein Ventiltglied, das in Richtung Öffnen der Verbindung zwischen dem ersten Anschluß und dem zweiten Anschluß vom in einem Leitungsabschnitt stromab der dem bevorrechtigten hydraulischen Verbraucher zugeordneten Zumeßblende herrschenden Druck und einer Zusatzkraft und in Richtung Schließen der Verbindung zwischen dem ersten Anschluß und dem zweiten Anschluß vom Zulaufdruck beaufschlagbar ist. Stromab der Zumeßblende kann ein Steuerraum des Prioritätsventils stromauf oder stromab der Druckwaage an den Leitungsabschnitt angeschlossen sein, da das Prioritätsventil dann in Funktion tritt, wenn die Druckwaage ganz offen ist und weil dann vor und hinter der Druckwaage der gleiche Druck, nämlich der Lastdruck des bevorrechtigten hydraulischen Verbrauchers herrscht.

Ein Ziel der Erfindung ist es auch, ein Druckdifferenzventil zu schaffen, das insbesondere dazu verwendet wird, um in einer Steueranordnung nach einem der Patentansprüche 1 bis 9 aus dem Zulaufdruck einen Steuerdruck für eine Druckwaage abzuleiten und das besonders klein baut, damit es ohne weiteres in einen Steuerblock eingesetzt werden kann.

Ein solches Druckdifferenzventil erhält man durch die im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 10 enthaltenen Merkmale.

Vorteilhafte Ausgestaltungen eines solchen Druckdifferenzventils sind in den Patentansprüchen 11 bis 13 enthalten.

Jeweils ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Steueranordnung sowie eines darin verwendeten Druckdifferenzventils sind in den Zeichnungen dargestellt. Anhand der Figuren der Zeichnungen wird die Erfindung nun näher erläutert.

Es zeigen

Fig. 1 einen Schaltplan des Ausführungsbeispiels der Steueranordnung, das im Falle einer Untersättigung LUDV-Verhalten zeigt und das einen bevorrechtigten hydraulischen Verbraucher enthält,

Fig. 1a eine Alternative zur Ansteuerung des in Fig. 1 gezeigten Prioritätsventils,

Fig. 2 das Schaltbild einer im Ausführungsbeispiel verwendeten Verstellpumpe und

Fig. 3 einen Längsschnitt durch das im Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 verwendete Druckdifferenzventil.

Nach Fig. 1 saugt eine Verstellpumpe 10 mit einer Verstellung 11 Druckmittel aus einem Tank an und gibt es in ein System von Zulaufleitungen 13 ab. Über die Zulaufleitungen werden im Ausführungsbeispiel drei hydraulische Verbraucher 14, 15 und 16, die alle als Differentialzylinder ausgebildet sind, mit Druckmittel versorgt. Zur Steuerung der

Geschwindigkeit und der Bewegungsrichtung sind jedem Differentialzylinder 14, 15 und 16 eine Zumeßblende 17, 18 bzw. 19 und ein 4/3-Wegeventil 20, 21 bzw. 22 zugeordnet. In der Praxis sind eine Zumeßblende und ein Wegeventil jeweils derart ineinander integriert, daß durch die Betätigung eines in einer Mittelstellung federzentrierten Ventilschiebers in eine bestimmte Richtung aus der Mittelstellung heraus die Bewegungsrichtung des Differentialzylinder vorgegeben und durch den Weg, den der Ventilschieber bewegt wird, der Öffnungsquerschnitt der Zumeßblende bestimmt wird. Für eine konkrete konstruktive Lösung wird hier auf die schon erwähnte EP 0 566 449 A1 verwiesen. Die Zumeßblenden 17, 18 und 19 sind an das System der Zulaufleitungen 13 angeschlossen. Zwischen einer Zumeßblende 17, 18 bzw. 19 und einem Wegeventil 20, 21 bzw. 22 ist jeweils eine Druckwaage 23, 24 bzw. 25 angeordnet, deren nicht näher dargestellter Regelkolben in Öffnungsrichtung von dem Druck stromab der jeweiligen Zumeßblende und in Schließrichtung von einem in einem rückwärtigen Steuerraum 26 herrschen Steuerdruck beaufschlagt ist. Die Wegeventile 20, 21 und 22 haben jeweils zwei mit Druckräumen des jeweiligen Differentialzylinders verbundene Verbraucheranschlüsse 30 und 31, einen Zulaufanschluß 32, der mit dem Ausgang der jeweiligen Druckwaage verbunden ist, und einen Rücklaufanschluß 33, von dem eine Rücklaufleitung zum Tank 12 führt. In der Mittelstellung eines Wegeventils sind die beiden Verbraucheranschlüsse abgesperrt und der Zulaufanschluß ist mit dem Tankanschluß verbunden. Der Leitungsabschnitt zwischen dem Ausgang der Druckwaage und dem Zulaufanschluß ist also von Druck entlastet. In einer seitlichen Arbeitsstellung eines Wegeventils fließt dem einen Druckraum eines Hydrozylinders Druckmittel zu, während aus dem anderen Druckraum Druckmittel zum Tank wegfließen kann.

Die Regelkolben der Druckwaagen 23, 24 und 25 werden in Richtung Schließen außer von einem Steuerdruck auch von einer schwachen Druckfeder 34 beaufschlagt, der ein Druck von z. B. lediglich 0,5 bar äquivalent ist. Außerdem sind die Steuerräume 26 und 27 der beiden Druckwaagen 23 und 24 über einen Kanal 35 miteinander verbunden, so daß in den beiden Steuerräumen 26 und 27 immer der gleiche Steuerdruck ansteht.

An die Ausgänge der Druckwaagen 23, 24 und 25 bzw. an die Zulaufanschlüsse 32 der Wegeventile sind Wechselventile 36 angeschlossen, die derart miteinander verkettet sind, daß in einer Lastmeldeleitung 37, die zur Verstellung 11 der Pumpe 10 führt, der jeweils höchste Lastdruck aller betätigten Differentialzylinder ansteht.

Insbesondere führt, wie dies aus Fig. 2 ersichtlich ist, die Lastmeldeleitung 37 zu einem Regelventil 39 mit drei Anschlüssen, von denen einer mit einem Stellzylinder 40 der Verstellpumpe 10 verbunden ist. Ein weiterer Anschluß des Regelventils 39 ist mit einer Zuleitung 13 und der dritte Anschluß mit Tank 12 verbunden. Der Regelkolben des Regelventils 39 wird in Richtung einer Verbindung des ersten Anschlusses mit dem zweiten Anschluß vom Druck in der Zuleitung 13 und in Richtung einer Verbindung des ersten Anschlusses mit dem dritten Anschluß vom Druck in der Lastmeldeleitung 37 und von einer Regelfeder 41 beaufschlagt. Verstellpumpen und Regelventile gemäß dem Schaltbild nach Fig. 2 sind allgemein bekannt und auf dem Markt ohne weiteres erhältlich. Es erübrigt sich deshalb, näher darauf einzugehen. Es sei lediglich darauf hingewiesen, daß die gezeigte lastfühlende oder load-sensing Pumpenregelung bewirkt, daß sich in der Zuleitung 13 ein Druck einstellt, der um eine der Kraft der Regelfeder 41 äquivalente Druckdifferenz über dem Druck in der Lastmeldeleitung 37 liegt.

Zwischen dem System der Zulaufleitungen 13 und dem

Kanal 35 zwischen den beiden Steuerräumen 26 der Druckwaagen 23 und 24 ist ein Druckdifferenzventil 45 angeordnet. Dieses ist mit einer Eingangsöffnung 46 an die Zulaufleitungen 13 und mit einer Ausgangsöffnung 47 an den Kanal 35 angeschlossen. Je nach Stellung eines in Fig. 1 nicht ersichtlichen, jedoch in Fig. 3 dargestellten Kolbenschiebers 48 des Druckdifferenzventils 45 sind die Eingangsöffnung 46 und die Ausgangsöffnung 47 gegeneinander abgesperrt oder über einen mehr oder weniger großen Öffnungsquerschnitt fluidisch miteinander verbunden. Der Kolbenschieber 48 wird in Richtung Verkleinerung des Öffnungsquerschnittes zwischen der Eingangsöffnung und der Ausgangsöffnung vom in dem Kanal 35 und in den Steuerräumen 26 der Druckwaagen herrschenden Druck und von einer Druckfeder 49 und in Richtung Vergrößerung des Öffnungsquerschnittes vom in den Zuleitungen 13 herrschenden Zulaufdruck beaufschlagt. Die wirksamen Flächen am Kolbenschieber für den Angriff des Steuerdrucks und des Zulaufdrucks sind gleich groß, so daß das Druckdifferenzventil 45 dafür sorgt, daß der im Kanal 35 anstehende Steuerdruck einem ansteigenden Zulaufdruck jeweils im Abstand eines der Kraft der Druckfeder 49 äquivalenten Differenzdruckes folgt. Zum Beispiel ist das Druckdifferenzventil 45 so eingestellt, daß der Steuerdruck 20 bar niedriger als der Zulaufdruck ist. Der Kanal 35 ist über einen Kleinststromregler 50 mit Tank 12 verbunden, so daß der Steuerdruck im Kanal 35 durch Abfluß von Druckmittel über den Kleinststromregler 50 auch einem abnehmenden Zulaufdruck folgen kann.

Zwischen die Lastmeldeleitung 37 und den Kanal 35 ist ein Rückschlagventil 51 geschaltet, das von der Lastmeldeleitung 37 zum Kanal 35 hin öffnet, wenn der Druck im Kanal 35 gleich dem Druck im Lastmeldekanal 37 wird. Der in den Steuerräumen 26 der Druckwaagen 23 und 24 anstehende Steuerdruck kann also nicht unter den in der Lastmeldeleitung 37 anstehenden höchsten Lastdruck fallen.

Es ist ein zweites Druckdifferenzventil 52 vorhanden, das identisch zum Druckdifferenzventil 45 ausgebildet ist und dessen Eingangsöffnung 46 ebenfalls an einer Zuleitung 13 angeschlossen ist. Die Ausgangsöffnung 47 des Druckdifferenzventils 52 ist mit dem Steuerraum 26 der Druckwaage 25 verbunden. Die Steuerung des Kolbenschiebers des Druckdifferenzventils 52 erfolgt genauso wie die Steuerung des Kolbenschiebers des Druckdifferenzventils 45. Beide Ventile sind auf die gleiche Druckdifferenz von z. B. 20 bar eingestellt. Bei ausreichender Fördermenge der Verstellpumpe 10 ist also der Steuerdruck in den Steuerräumen 26 um 20 bar niedriger als der Zulaufdruck und, da dieser beispielhaft um 25 bar höher als der höchste Lastdruck sein soll, um 5 bar höher als der höchste Lastdruck. Die Druckwaagen 23, 24 und 25 befinden sich also jeweils alle einschließlich derjenigen, die dem Verbraucher mit dem höchsten Lastdruck zugeordnet ist, in Regelstellung. Weiterhin ist der Steuerraum 26 der Druckwaage 25 über einen zweiten Kleinststromregler 50 mit Tank 12 verbunden.

Der Differentialzylinder 16 soll, wenn die Verstellpumpe 10 maximale Fördermenge bringt und diese nicht dem Bedarf genügt, vorrangig vor den anderen beiden Hydrozylindern 14 und 15 mit Druckmittel versorgt werden. Dafür ist ein Prioritätsventil 55 vorgesehen, das als Proportionalblende mit einem Eingang 56 und mit einem Ausgang 57 ausgebildet ist. Letzterer ist mit dem Kanal 35 fluidisch verbunden. Der Eingang 56 ist stromauf der Zumeßblende 19 mit einer Zuleitung 13 verbunden. Das nicht näher dargestellte bewegliche Ventilglied des Prioritätsventils wird in Richtung Schließen der Verbindung zwischen dem Eingang und dem Ausgang vom Druck im Eingang, also vom Zulaufdruck und in Richtung Öffnen der Verbindung vom Druck stromab der Zumeßblende 19 und von der Kraft einer Regel-

feder **58** beaufschlagt. Die Regelfeder **58** ist z. B. so ausgelegt, daß am Ventilielglied des Prioritätsventils ein Kräftegleichgewicht besteht, wenn die Druckdifferenz zwischen dem Zulaufdruck und dem Druck stromab der Zumeßblende **19** **19** bar beträgt. Dieser Wert ist geringfügig kleiner als der Wert der Druckdifferenz über das Druckdifferenzventil **52** vermindert um einen der Kraft der Druckfeder **34** äquivalenten Druckwert von 0,5 bar. Während also im normalen Betrieb über die Zumeßblende **19** eine Druckdifferenz von 19,5 bar besteht, spricht das Prioritätsventil **55** nicht an. Wenn durch Verringerung des Zulaufdruckes die Druckdifferenz über die Zumeßblende **19** auf unter 19,5 bar fällt, macht die Druckwaage **25** ganz auf, so daß der Druck stromab der Zumeßblende **19** gleich dem Lastdruck des vorrangigen hydraulischen Verbrauchers **16** ist. Federseitig steht nun am Prioritätsventil **55** der Lastdruck des Verbrauchers **16** an. Er vermag das Prioritätsventil **55** gegen den Zulaufdruck zu öffnen, wodurch der Druck im Kanal **35** und damit in den Steuerräumen **26** der Druckwaage **23** und **24** über den höchsten Lastdruck angehoben wird. Die Druckwaagen **23** und **24** werden deshalb in Schließrichtung verstellt, bis durch einen Anstieg des Druckes stromab der Zumeßblenden **17** und **18** wieder ein Kräftegleichgewicht an ihrem Regelkolben erreicht ist. Nun ist jedoch die Druckdifferenz über die Zumeßblenden **17** und **18** verringert. Die zu den Verbrauchern **14** und **15** fließenden Druckmittelströme sind kleiner geworden. Letztendlich sorgt das Prioritätsventil **55** durch ein Anheben des Druckes in den Steuerräumen **26** der Druckwaagen **23** und **24** dafür, daß durch ein Ansteigen des Steuerdruckes im Kanal **35** die Druckdifferenz über die Zumeßblenden **17** und **18** und damit die zu den hydraulischen Verbrauchern **14** und **15** fließenden Druckmittelströme jeweils so weit verringert werden, daß über die Zumeßblende **19** eine Druckmittelmenge fließt, die eine Druckdifferenz erzeugt, die annähernd gleich der Druckdifferenz im Normalbetrieb ist.

Wie schon erwähnt, herrscht im Falle der Untersättigung, wenn also das Prioritätsventil **55** ansprechen soll, stromab der Zumeßblende **19** Lastdruck. Alternativ kann deshalb der federseitige Steuerdruck des Prioritätsventils **55** anstatt an die Verbindung zwischen der Zumeßblende **19** und der Druckwaage **25** auch an den Ausgang der Druckwaage **25** angeschlossen werden, wie dies in Fig. 1a dargestellt ist. Das Ventilielglied des Prioritätsventils **55** wird dann in Richtung Öffnen der Verbindung zwischen dem Eingang **56** und dem Ausgang **57** immer vom Lastdruck des vorrangigen hydraulischen Verbrauchers **16** beaufschlagt. Das Prioritätsventil kann nun auf dieselbe Druckdifferenz eingestellt werden, die auch im Normalbetrieb über die Zumeßblende **19** herrscht, da im Normalbetrieb die Druckdifferenz zwischen dem Lastdruck des vorrangigen hydraulischen Verbrauchers **16** und dem Zulaufdruck höher ist als die Druckdifferenz über die Zumeßblende **19** und deshalb das Prioritätsventil **55** sicher nicht anspricht.

Wenn der Fall der Untersättigung bei einer Betätigung nur der hydraulischen Verbraucher **14** und **15** auftritt, wird durch das Absinken des Zulaufdruckes der Steuerdruck im Kanal **35** gleich dem in der Lastmeldeleitung **37** anstehenden höchsten Lastdruck der beiden hydraulischen Verbraucher **14** und **15**. Es wird deshalb über das Rückschlagventil **51** der höchste Lastdruck auch in den Kanal **35** gemeldet. Ein weiteres Abfallen des Zulaufdruckes hat somit nicht mehr ein weiteres Absinken des Steuerdruckes im Kanal **35** und in den Steuerräumen **26** der Druckwaagen **23** und **24** zur Folge. Diese sorgen dafür, daß zwischen ihnen und den Zumeßblenden **17** und **18** unabhängig von der Höhe des Zulaufdruckes ein Druck ansteht, der um das Druckäquivalent der Federn **34** höher als der höchste Lastdruck ist. Dieser

leicht über den höchsten Lastdruck erhöhte Druck steht stromab beider Zumeßblenden **17** und **18** an. Stromauf beider Zumeßblenden **17** und **18** herrscht Zulaufdruck. Somit ist die Druckdifferenz über die Zumeßblende **17** gleich der Druckdifferenz über die Zumeßblende **18**. Die Druckmittelströme zu den hydraulischen Verbrauchern **14** und **15** werden deshalb im Fall einer Untersättigung unabhängig davon, ob auch der bevorrechtigte Verbraucher **16** betätigt ist, verhältnisgleich reduziert. Die Verbraucher **14** und **15** sind also LUDV-Verbraucher.

Wenn durch die Verstellpumpe **10** der Druckmittelbedarf aller gleichzeitig betätigter hydraulischer Verbraucher gedeckt wird, sorgen die Druckdifferenzventile **45** und **52** zusammen mit den Stromreglern **50** dafür, daß die Steuerdrücke in den Steuerräumen **26** der Druckwaagen in einem festen Abstand dem Zulaufdruck folgen. Produziert nun die Verstellpumpe **10** kurzzeitig eine über den Bedarf hinausgehende Menge, weil z. B. eine weit offene Zumeßblende ganz geschlossen wird, so steigt der Zulaufdruck kurzzeitig stark an. Die Steuerdrücke folgen diesem Anstieg, so daß die Regelkolben der Druckwaagen in Schließrichtung mit einem erhöhten Steuerdruck beaufschlagt werden, sich in Schließrichtung der Druckwaagen bewegen und dadurch den Druck stromab der Zumeßblenden anheben, so daß die Druckdifferenz über die Zumeßblenden **17**, **18** und **19** gleichbleibt oder sich nur geringfügig erhöht. Also erhöht sich auch nicht die Geschwindigkeit eines hydraulischen Verbrauchers. Die Übermenge strömt über ein Druckbegrenzungsventil **60** zum Tank ab.

Die in der Steueranordnung nach Fig. 1 verwendeten Druckdifferenzventile **45** und **52** sind, worauf schon hingewiesen worden ist, gleich und wie aus Fig. 3 ersichtlich als Einbaupatronen ausgebildet. Sie besitzen eine Patronengehäuse **70**, durch das axial eine gestufte Ventilbohrung **71** hindurchgeht. Vom einen Ende her ist in die Ventilbohrung **71** eine Verstellerschraube **72** eingedreht, durch die die Ventilbohrung **71** verschlossen ist und die der Abstützung der Regelfeder **49** dient. Diese Regelfeder befindet sich in dem Abschnitt der Ventilbohrung **71** mit dem größeren Durchmesser, in den auch die Verstellerschraube **72** eingeschraubt ist. Die Regelfeder **49** stützt sich mit ihrem der Verstellerschraube **72** abgewandten Ende am Kolbenschieber **48** ab, der axial beweglich in der Ventilbohrung **71** geführt ist. Den freien Raum in der Ventilbohrung zwischen der Verstellerschraube **72** und dem Kolbenschieber **48** kann man als Federraum **75** bezeichnen. In diesen mündet frei ein Stern von Radialbohrungen **76**, die den Ausgang **47** des Druckdifferenzventils bilden. In einem axialen Abstand zu den Radialbohrungen **76** und nach dem Einbau in einen Block durch eine Dichtanordnung **77** fluidisch von den Radialbohrungen **76** getrennt, gehen durch das Patronengehäuse **70** weitere Radialbohrungen **78** hindurch, die den Eingang des Druckdifferenzventils bilden. Außen an dem Patronengehäuse **70** entlang besteht auch nach dem Einbau in einen Block eine freie fluidische Verbindung zwischen den Radialbohrungen **78** und der Stirnseite **79** des Patronengehäuses **70**, an der der im Durchmesser kleinere Abschnitt der Ventilbohrung **71** nach außen tritt.

Der Kolbenschieber **48** ist in dem letztgenannten Abschnitt der Ventilbohrung **71** axial geführt und besitzt dort außen eine Ringnut **80**, durch die ein Ringraum zwischen ihm und der Wand der Ventilbohrung **71** geschaffen ist. Von der der Verstellerschraube **72** zugewandten Stirnseite aus ist in den Kolbenschieber **48** eine axiale Sackbohrung **81** eingebracht, die bis in den Bereich der Ringnut **80** reicht und dort über einzelne Radialbohrungen **82** mit der Ringnut **80** verbunden ist. Weitere Radialbohrungen **83** sorgen für eine offene fluidische Verbindung zwischen der Bohrung **81** und

dem Federraum 75 und damit dem Ausgang 47 auch dann, wenn der Kolbenschieber 48 mit seiner einen Stirnseite an einem Anschlag der Verstellschraube 72 anliegt. Der Kolbenschieber 48 besitzt eine Außenschulter 84, mit der er von der Regelfeder 49 gegen die Innenschulter der Ventilbohrung 71 gedrückt werden kann. Wenn der Kolbenschieber 48 an der Innenschulter anliegt, befindet sich die Ringnut 80 zwischen dem Bohrungsstern der Radialbohrungen 78 und der Stirnseite 79 des Patronengehäuses 70. Es besteht kein Öffnungsquerschnitt zwischen den Radialbohrungen 78 und der Ringnut 80. Beidseits der Ringnut 80 ist der Kolbenschieber 48 dichtgleitend in der Ventilbohrung 71 geführt, so daß die Radialbohrungen 78 vom Federraum 75 und die Ringnut 80 von dem Raum vor der Stirnseite 79 des Ventilgehäuses fluidisch getrennt sind. Es besteht also keine fluidische Verbindung zwischen dem Eingang 46 und dem Ausgang 47 des Ventils. Im Betrieb wird der Kolbenschieber 48 von der Stirnseite 79 des Ventilgehäuses 70 her vom Eingangsdruck beaufschlagt. Diesem entgegen wirken die Druckfeder 49 und an einer gleich großen Fläche wie der Eingangsdruck der im Ausgang 47 anstehende Ausgangsdruck. Gleichgewicht am Kolbenschieber 48 herrscht, wenn der Ausgangsdruck um eine der Kraft der Druckfeder 49 äquivalente Druckdifferenz kleiner als der Eingangsdruck ist. Durch Verdrehen der Verstellschraube 72 kann die Vorspannung der Druckfeder 49 und damit die Druckdifferenz zwischen dem Eingangsdruck und dem Ausgangsdruck verändert werden.

#### Patentsprüche

1. Steueranordnung zur Druckmittelversorgung wenigstens zweier hydraulischer Verbraucher (14, 15, 16) mit einer bedarfsstromgeregelten (load-sensing-geregelten) Verstellpumpe (10), deren Einstellung in Abhängigkeit vom höchsten Lastdruck der betätigten hydraulischen Verbraucher (14, 15, 16) durch einen Pumpenregler (11) veränderbar ist, mit zwei verstellbaren Zumeßblenden (17, 18, 19), von denen eine erste zwischen einer von der Verstellpumpe (10) abgehenden Zulaufleitung (13) und einem ersten hydraulischen Verbraucher (14, 15, 16) und die zweite zwischen der Zulaufleitung (13) und einem zweiten hydraulischen Verbraucher (14, 15, 16) angeordnet ist, und mit zwei Druckwaagen (23, 24, 25), von denen eine erste der ersten Zumeßblende (17, 18, 19) und die zweite der zweiten Zumeßblende (17, 18, 19) nachgeschaltet ist und deren Regelkolben auf einer Vorderseite vom Druck nach der jeweiligen Zumeßblende (17, 18, 19) in Öffnungsrichtung beaufschlagbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Regelkolben der Druckwaagen (23, 24, 25) in Schließrichtung von einem in einem rückwärtigen Steuerraum (26) anstehenden Steuerdruck beaufschlagbar sind, daß mit Hilfe einer Ventilverrichtung (45, 52) vom in der Zulaufleitung (13) herrschenden Zulaufdruck abgeleitet ist und sich mit dem Zulaufdruck ändert.
2. Steueranordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Differenz zwischen dem Zulaufdruck und dem Steuerdruck bei noch nicht bis auf Anschlag verstellter Verstellpumpe (10) (Fall der Sättigung) nicht größer als zwischen dem Zulaufdruck und dem höchsten Lastdruck ist.
3. Steueranordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Ventilverrichtung ein Druckdifferenzventil (45, 52) ist, das mit einem Eingang (46) an die Zulaufleitung (13) und mit einem Ausgang (47)

an den rückwärtigen Steuerraum (26) einer Druckwaage (23, 24, 25) angeschlossen ist.

4. Steueranordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Druckdifferenzventil (45, 52) auf eine feste Druckdifferenz eingestellt ist und ein bewegliches Ventilglied (48) aufweist, das im Sinne eines Öffnens der fluidischen Verbindung zwischen der Zulaufleitung (13) und dem Steuerraum (26) an der Druckwaage (23, 24, 25) vom Zulaufdruck und im Sinne eines Schließens dieser Verbindung vom Steuerdruck und von einer Feder (49) beaufschlagt ist.

5. Steueranordnung nach einem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, daß die rückwärtigen Steuerräume (26) mehrerer Druckwaagen (23, 24) direkt miteinander verbunden sind, so daß in den rückwärtigen Steuerräumen (26) dieser Druckwaagen (23, 24) derselbe Steuerdruck herrscht.

6. Steueranordnung nach einem vorhergehenden Anspruch, gekennzeichnet durch eine Lastsignalleitung (37), in die über Auswahlventile (36) der höchste Lastdruck der jeweils betätigten hydraulischen Verbraucher (14, 15, 16) gegeben wird und durch ein Ventil (51), das eine fluidische Verbindung von der Lastsignalleitung (37) zu dem rückwärtigen Steuerraum (26) wenigstens einer Druckwaage (23, 24) öffnet, wenn die Differenz zwischen dem Zulaufdruck und dem höchsten Lastdruck einen bestimmten Wert unterschreitet.

7. Steueranordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Ventil zwischen der Lastsignalleitung (37) und dem rückwärtigen Steuerraum (26) ein zu diesem Steuerraum (26) hin öffnendes Rückschlagventil (51) ist.

8. Steueranordnung nach einem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, daß durch eine erste Ventileinrichtung (45) aus dem Pumpendruck ein Steuerdruck für den rückwärtigen Steuerraum (26) der ersten Druckwaage (23, 24) und durch eine zweite Ventileinrichtung (52) aus dem Pumpendruck ein Steuerdruck für den rückwärtigen Steuerraum (26) einer anderen Druckwaage (25) abgeleitet wird und daß ein Prioritätsventil (55) vorhanden ist, über das zur Aufrechterhaltung einer gewünschten Druckdifferenz über die stromauf der anderen Druckwaage (25) angeordnete Zumeßblende (19) und damit einer ausreichenden Druckmittelversorgung des entsprechenden, bevorrechtigten hydraulischen Verbrauchers (16) bei nicht dem Bedarf entsprechender Fördermenge der Verstellpumpe (10) (Fall der Untersättigung) der Steuerdruck im rückwärtigen Steuerraum (26) der ersten Druckwaage (23, 24) über den Steuerdruck im Fall der Sättigung anhebbar ist.

9. Steueranordnung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Prioritätsventil (55) einen mit der Zulaufleitung (13) verbundenen ersten Anschluß (56) und einen mit dem rückwärtigen Steuerraum (26) der ersten Druckwaage (23, 24) verbundenen zweiten Anschluß (57) aufweist und ein Ventilglied besitzt, das in Richtung Öffnen der Verbindung zwischen dem ersten Anschluß (56) und dem zweiten Anschluß (57) vom in einem Leitungsabschnitt stromab der dem bevorrechtigten hydraulischen Verbraucher (16) zugeordneten Zumeßblende (19) herrschenden Druck und einer Zusatzkraft und in Richtung Schließen der Verbindung zwischen dem ersten Anschluß (56) und dem zweiten Anschluß (57) vom Zulaufdruck beaufschlagbar ist.

10. Druckdifferenzventil, insbesondere zur Verwendung in einer Steueranordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch folgende

Merkmale:

- a) ein Ventilgehäuse (70) besitzt eine Ventilbohrung (71), in die radial ein Eingangskanal (46) und in einem axialen Abstand dazu ein Ausgangskanal (47) münden; 5
- b) in der Ventilbohrung (71) ist ein Kolbenschieber (48) axial verschiebbar, mit dem ein Öffnungsquerschnitts am Eingangskanal (46) steuerbar ist und der an einer ersten Stirnseite vom im Eingangskanal (46) herrschenden Druck und an seiner zweiten Stirnseite vom im Ausgangskanal (47) herrschenden Druck beaufschlagt ist; 10
- c) in einem zwischen der einen Stirnseite des Kolbenschiebers (48) und einem Verschuß (72) der Ventilbohrung (71) befindlichen Federraum (75) ist eine Druckfeder (49) untergebracht, die den Kolbenschieber (48) in Richtung Verringerung des Öffnungsquerschnitts beaufschlagt; 15
- d) der Ausgangskanal (47) mündet frei in den Federraum (75); 20
- e) der Kolbenschieber (48) ist ein Hohlkolben mit Bohrungen (78), über die ein Ringraum (80), der zwischen dem Kolbenschieber (48) und dem Ventilgehäuse (70) gebildet ist und der eine umlaufende Steuerkante zum Steuern des Öffnungsquerschnitts am Eingangskanal (46) besitzt, mit dem Federraum (75) fluidisch verbunden ist, und mit zwei jeweils dichtend in der Ventilbohrung (71) geführten Dichtabschnitten, von denen der eine Dichtabschnitt zwischen dem Eingangskanal (46) und dem Federraum (75) und der andere Dichtabschnitt zwischen dem durch den Kolbenschieber (48) gehenden Fluidpfad (80, 82, 81, 83) und der ersten Stirnseite des Kolbenschiebers (48) abdichtet. 25 30 35
- 11. Druckdifferenzventil nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Druckfeder (49) an einer in die Ventilbohrung (71) eingeschraubten und die Ventilbohrung (71) verschließende Verschußschraube (72) abstützt. 40
- 12. Druckdifferenzventil nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Ventilbohrung (71) im Bereich des Federraums (75) im Durchmesser größer ist als im Bereich beidseits des Eingangskanals (46). 45
- 13. Druckdifferenzventil nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Ventilgehäuse (70) eine Einbaupatrone mit einer an der ersten Stirnseite des Kolbenschiebers (48) offenen Ventilbohrung (71) ist und daß der Kolbenschieber (48) als Stufenkolben ausgebildet ist, von dessen Abschnitt mit größerem Durchmesser eine Innenschulter in der Ventilbohrung (71) in Richtung auf die offene Seite der Ventilbohrung (71) zu beaufschlagbar ist. 50 55

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

60

65

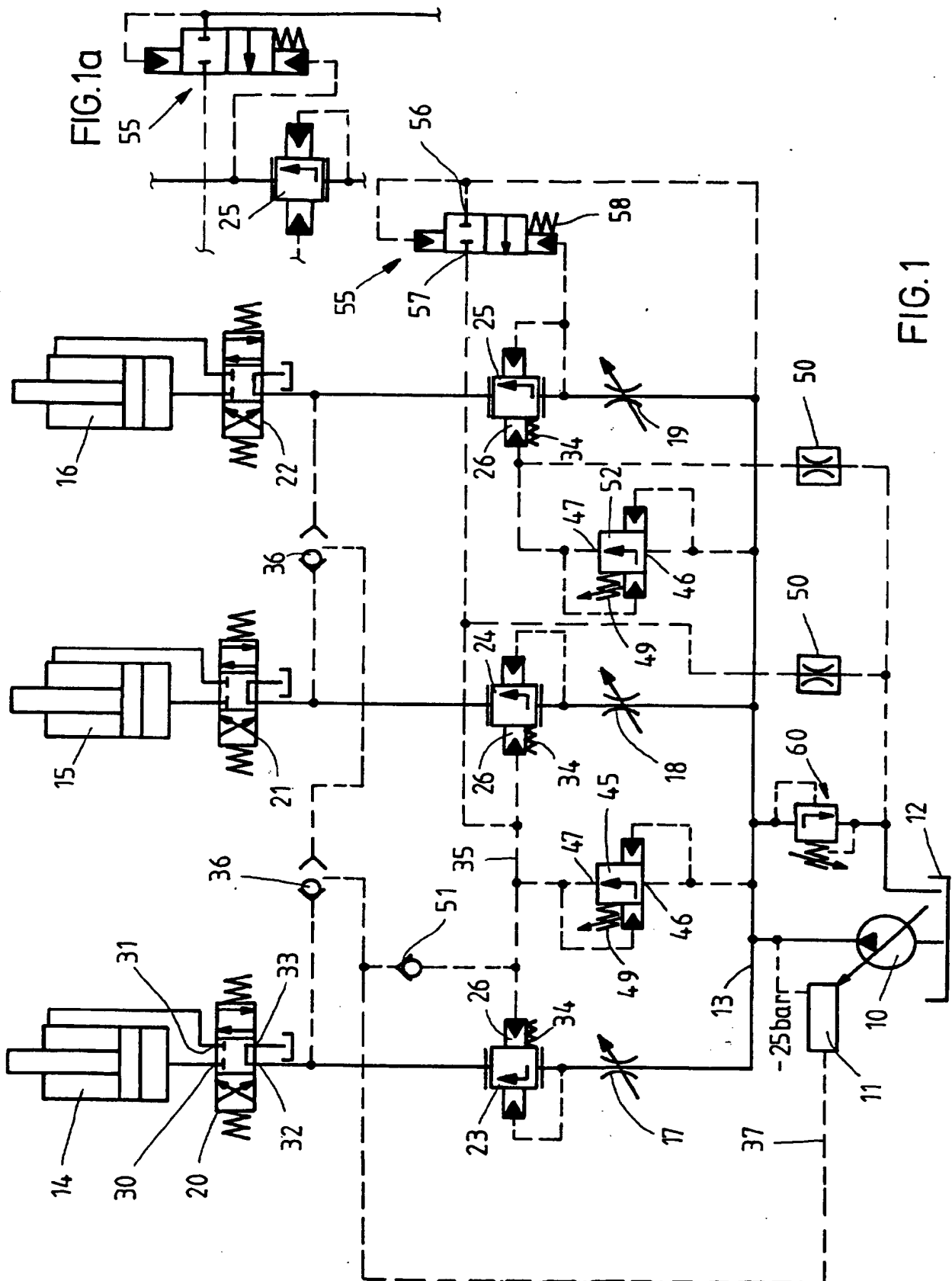


FIG. 1



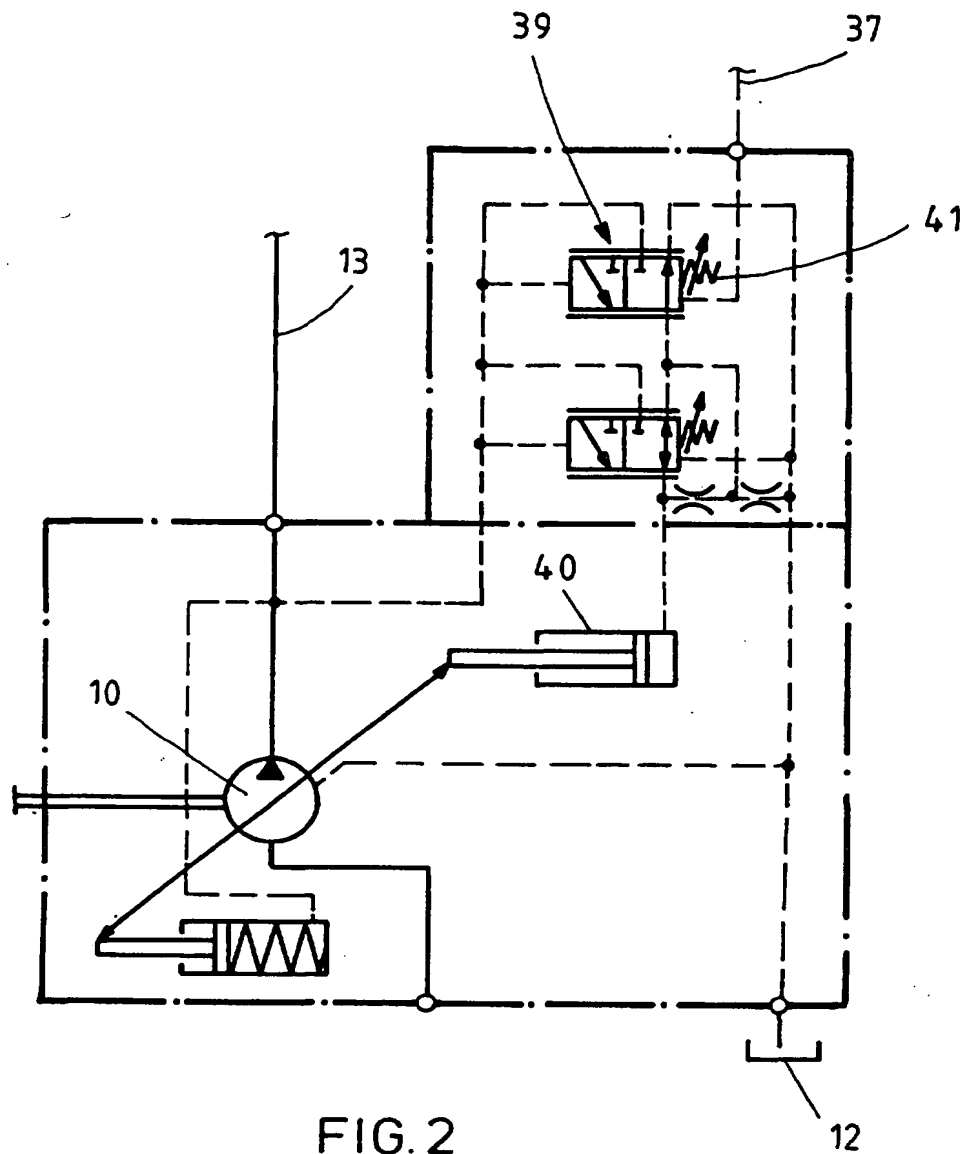


FIG. 2

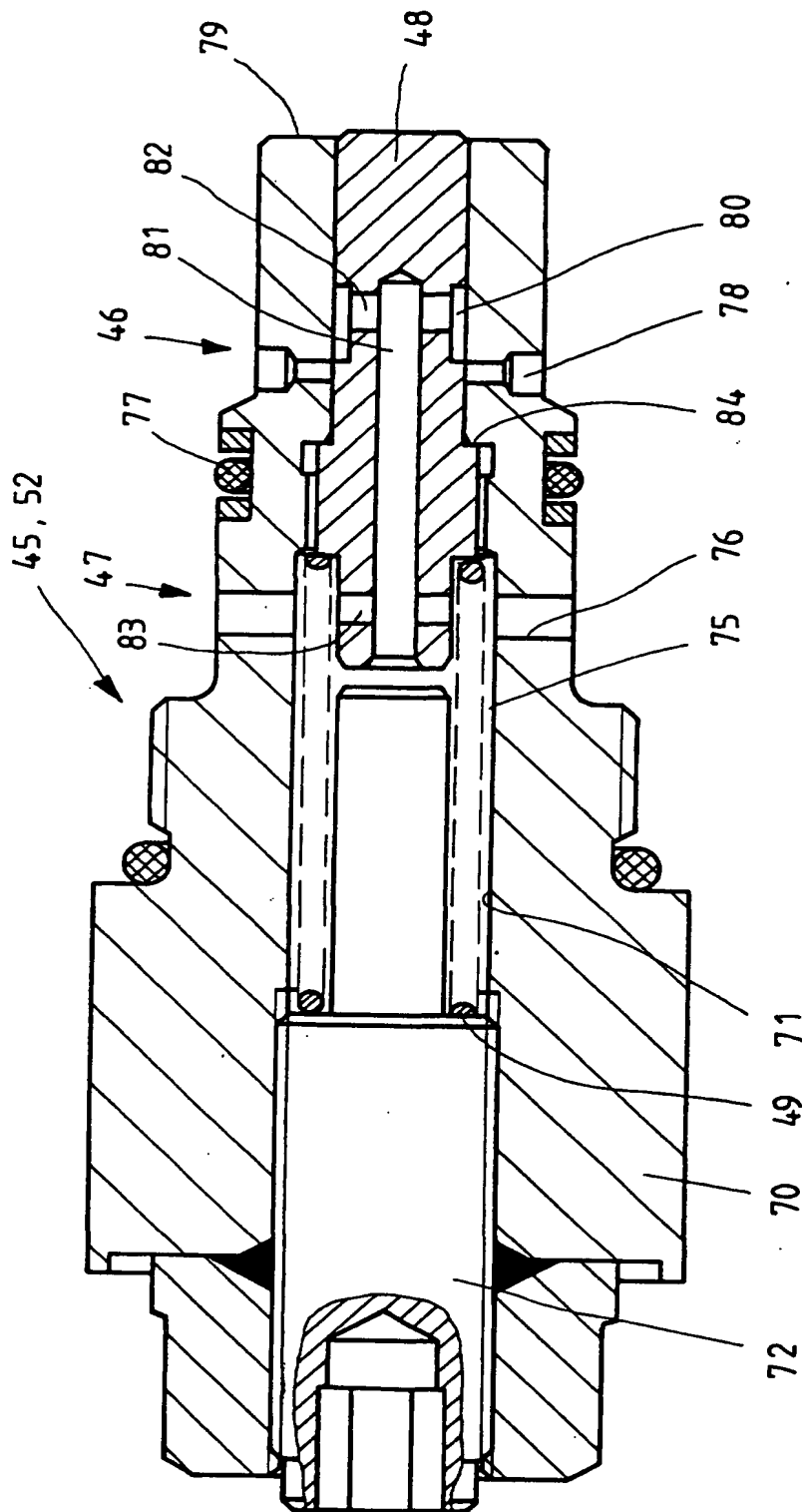


FIG. 3